



Rec'd PCT/PTO 18 MAY 2005

MAILED 26 JAN 2004

WIPO PCT

#3

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 14 NOV. 2003

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Martine PLANCHE'.

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE

SIEGE

26 bis, rue de Saint Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

26 bis, rue de Saint-Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Important : Remplir impérativement la 2ème page.

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 540 W / 190600

| | | |
|---|---------------|------------------|
| RÉALISÉ DES 15 NOV 2002 | | Réserve à l'INPI |
| DATE | 15 NOV 2002 | |
| LIEU | 75 INPI PARIS | |
| N° D'ENREGISTREMENT | Q2 14426 | |
| NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI | | |
| DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE | 19 NOV. 2002 | |
| PAR L'INPI | | |
| Vos références pour ce dossier (facultatif) CLI 99/01B | | |

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

Madame Sophie PLAISANT
DIRECTION DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
USINOR
Immeuble "La Pacific"
La Défense 7 - TSA 10001
F - 92070 LA DEFENSE CEDEX

| | |
|--|--|
| Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie | |
| 2 NATURE DE LA DEMANDE <input checked="" type="checkbox"/> Cochez l'une des 4 cases suivantes | |
| Demande de brevet | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Demande de certificat d'utilité | <input type="checkbox"/> |
| Demande divisionnaire | <input type="checkbox"/> |
| <i>Demande de brevet initiale</i> | N° _____ Date _____ / _____ / _____ |
| <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> | N° _____ Date _____ / _____ / _____ |
| Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> | <input type="checkbox"/> N° _____ Date _____ / _____ / _____ |

| | |
|---|--|
| 3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) | |
| PROCEDE POUR FABRIQUER UNE TOLE EN ACIER RESISTANT A L'ABRASION ET TOLE OBTENUE | |

| | | | |
|--|----------------------|--|---------|
| 4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE | | | |
| <input type="checkbox"/> Pays ou organisation Date _____ / _____ / _____ N° _____ <input type="checkbox"/> Pays ou organisation Date _____ / _____ / _____ N° _____ <input type="checkbox"/> Pays ou organisation Date _____ / _____ / _____ N° _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé « Suite » | | | |
| 5 DEMANDEUR <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé « Suite » | | | |
| Nom ou dénomination sociale USINOR | | | |
| Prénoms | | | |
| Forme juridique Société Anonyme | | | |
| N° SIREN | | | |
| Code APE-NAF | | | |
| Adresse | Rue | Immeuble "La Pacific" - La Défense 7 - 11/13 Cours Valmy | |
| | Code postal et ville | 92800 | PUTEAUX |
| Pays FRANCE | | | |
| Nationalité française | | | |
| N° de téléphone (facultatif) 01 41 25 91 24 | | | |
| N° de télécopie (facultatif) 01 41 25 87 54 | | | |
| Adresse électronique (facultatif) | | | |

**BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

| | |
|------------------------------|-----------------|
| REMISE DES PIÈCES | Réervé à l'INPI |
| DATE | 15 NOV 2002 |
| LIEU | 75 INPI PARIS |
| N° D'ENREGISTREMENT | 0214426 |
| NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI | |

DB 540 W / 1905/00

| | | |
|---|----------------------|--|
| Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i> | | CLI 99/01 B |
| 6 MANDATAIRE | | |
| Nom | | PLAISANT |
| Prénom | | Sophie |
| Cabinet ou Société | | DIR PI - USINOR |
| N ° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel | | 15/04/2002 |
| Adresse | Rue | Immeuble "La Pacific" - La Défense 7 - TSA 10001 |
| | Code postal et ville | 92070 LA DEFENSE CEDEX |
| N ° de téléphone <i>(facultatif)</i> 01 41 25 91 24 | | |
| N ° de télécopie <i>(facultatif)</i> 01 41 25 87 54 | | |
| Adresse électronique <i>(facultatif)</i> | | |
| 7 INVENTEUR (S) | | |
| Les inventeurs sont les demandeurs | | <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée |
| 8 RAPPORT DE RECHERCHE | | Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation) |
| Établissement immédiat ou établissement différé | | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| Paiement échelonné de la redevance | | Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non |
| 9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES | | Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requise antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence)</i> : |
| Si vous avez utilisé l'imprimé « Suite », indiquez le nombre de pages jointes | | |
| 10 SIGNATURE DU DEMANDEUR-OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Sophie PLAISANT | | VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI M. MARTIN |

PROCEDE POUR FABRIQUER UNE TOLE EN ACIER RESISTANT A L'ABRASION ET TÔLE OBTENUE

5

La présente invention est relative à un acier résistant à l'abrasion et à son procédé de fabrication.

On connaît des aciers à haute résistance à l'abrasion dont la dureté est d'environ 600 Brinell. Ces aciers contiennent de 0,4% à 0,6% de carbone et de 0,5% à 3% d'au moins un élément d'alliage tel que le manganèse, le nickel, le chrome et le molybdène et ils sont trempés pour avoir une structure entièrement martensitique. Mais ces aciers sont très difficiles à souder et à découper. Pour remédier à ces inconvénients, on a proposé, notamment dans EP 0 739 993, d'utiliser pour les mêmes usages, un acier moins dur, dont la teneur en carbone est d'environ 0,27% et ayant une structure trempée contenant une quantité significative d'austénite résiduelle. Mais ces aciers restent cependant difficiles à souder ou à découper.

Le but de la présente invention est de remédier à ces inconvénients, en proposant une tôle en acier résistant à l'abrasion dont la résistance à l'abrasion est comparable à celle des aciers connus mais dont l'aptitude au soudage et au découpage thermique est meilleure.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé pour fabriquer une pièce, et notamment une tôle, en acier pour abrasion dont la composition chimique comprend, en poids :

| | |
|----|--------------------------------|
| 25 | $0,24\% \leq C < 0,35\%$ |
| | $0\% \leq Si \leq 2\%$ |
| | $0\% \leq Al \leq 2\%$ |
| | $0,5\% \leq Si + Al \leq 2\%$ |
| | $0\% \leq Mn \leq 2,5\%$ |
| | $0\% \leq Ni \leq 5\%$ |
| 30 | $0\% \leq Cr \leq 5\%$ |
| | $0\% \leq Mo \leq 1\%$ |
| | $0\% \leq W \leq 2\%$ |
| | $0,1\% \leq Mo + W/2 \leq 1\%$ |
| | $0\% \leq Cu \leq 1,5\%$ |

$0\% \leq B \leq 0,02\%$

$0\% \leq Ti \leq 1,1\%$

$0\% \leq Zr \leq 2,2\%$

$0,35\% < Ti + Zr/2 \leq 1,1\%$

5 $0\% \leq S \leq 0,15\%$
 $N < 0,03\%$

- éventuellement au moins un élément pris parmi Nb, Ta et V en des teneurs telles que $Nb/2 + Ta/4 + V \leq 0,5\%$,
- éventuellement au moins un élément pris parmi Se, Te, Ca, Bi, Pb en des teneurs inférieures ou égales à 0,1%,

10 le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration, la composition chimique satisfaisant en outre les relations suivantes :

$$C^* = C - Ti/4 - Zr/8 + 7xN/8 \geq 0,095\% \text{ et de préférence } \geq 0,12\%$$

et :

15 $1,05xMn + 0,54xNi + 0,50xCr + 0,3x(Mo + W/2)^{1/2} + K > 1,8$ ou mieux 2

avec : $K = 0,5$ si $B \geq 0,0005\%$ et $K = 0$ si $B < 0,0005\%$.

Selon ce procédé, on soumet la pièce ou la tôle à un traitement thermique de trempe, effectué dans la chaude de mise en forme à chaud telle que le laminage ou après austénitisation par réchauffage dans un four, qui consiste à :

- 20 - refroidir la tôle à une vitesse de refroidissement moyenne supérieure à $0,5^{\circ}\text{C/s}$ entre une température supérieure à AC_3 et une température comprise entre $T = 800 - 270xC^* - 90xMn - 37xNi - 70xCr - 83x(Mo + W/2)$ et $T-50^{\circ}\text{C}$, la température étant exprimée en $^{\circ}\text{C}$ et les teneurs en C^* , Mn, Ni, Cr, Mo et W, étant exprimées en % en poids,
- 25 - puis refroidir la tôle à une vitesse de refroidissement moyenne à cœur $V_r < 1150xep^{-1,7}$ (en $^{\circ}\text{C/s}$) et supérieure à $0,1^{\circ}\text{C/s}$ entre la température T et 100°C , ep étant l'épaisseur de la tôle exprimée en mm,
- et à refroidir la tôle jusqu'à la température ambiante, éventuellement, on effectue un planage.

30 Eventuellement, la trempe peut être suivie d'un revenu à une température inférieure à 350°C , et préférence inférieure à 250°C .

L'invention concerne également une tôle obtenue notamment par ce procédé, l'acier ayant une structure martensitique ou martensito-bainitique, ladite structure contenant de 5% à 20% d'austénite retenue, ainsi que des carbures. L'épaisseur de

la tôle peut être comprise entre 2 mm et 150 mm et sa planéité est caractérisée par une flèche inférieure ou égale à 12mm/m et de préférence inférieure à 5mm/m.

L'invention va maintenant être décrite de façon plus précise mais non limitative et être illustrée par des exemples.

5 Pour fabriquer une tôle selon l'invention, on élabore un acier dont la composition chimique comprend, en % en poids :

- de 0,24% à 0,35% de carbone pour permettre la formation d'une quantité importante de carbures et d'obtenir une dureté suffisante, tout en ayant une aptitude au soudage suffisante ; de préférence, la teneur en carbone est inférieure à 0,325%, et mieux inférieure à 0,3%.
- De 0% à 1,1% de titane, de 0% à 2,2% de zirconium. La somme Ti + Zr/2 doit être supérieure à 0,35% et de préférence supérieure à 0,4%, et mieux encore supérieure à 0,5%, de façon à former une quantité importante de gros carbures. Cependant, cette somme doit rester inférieure à 1,1% de façon à conserver suffisamment de carbone en solution dans la matrice après formation des carbures. De préférence cette somme doit rester inférieure à 1%, et mieux à 0,9% et mieux encore, inférieure à 0,7% si l'on a besoin de privilégier la ténacité du matériau. Il en résulte que la teneur en titane doit de préférence rester inférieure à 1%, et mieux inférieure à 0,9%, voire inférieure à 0,7%, et la teneur en zirconium doit de préférence rester inférieure à 2%, et mieux inférieure à 1,8%, voire inférieure à 1,4%.
- De 0% (ou des traces) à 2% de silicium et de 0% (ou des traces) à 2% d'aluminium, la somme Si+Al étant comprise entre 0,5% et 2% et de préférence supérieure à 0,7%. Ces éléments, qui sont des désoxydants, ont en outre pour effet de favoriser l'obtention d'une austénite retenue métastable fortement chargée en carbone dont la transformation en martensite s'accompagne d'un gonflement important favorisant l'ancre des carbures de titane ou de zirconium.
- De 0% (ou des traces) à 2% ou même 2,5% de manganèse, de 0% (ou des traces) à 4% ou même 5% de nickel et de 0% (ou des traces) à 4% ou même 5% de chrome, pour obtenir une trempabilité suffisante et ajuster les différentes caractéristiques mécaniques ou d'emploi. Le nickel a, en particulier un effet favorable sur la ténacité, mais cet élément est cher. Le chrome forme également de fins carbures dans la martensite ou la bainite.

- De 0% (ou des traces) à 1% de molybdène et de 0% (ou des traces) à 2% de tungstène, la somme Mo+W/2 étant comprise entre 0,1% et 1%, et de préférence reste inférieure à 0,8%, ou mieux, inférieure à 0,6%. Ces éléments augmentent la trempabilité et forment dans la martensite ou dans la bainite de fins carbures durcissant, notamment par précipitation par auto revenu au cours du refroidissement. Il n'est pas nécessaire de dépasser une teneur de 1% en molybdène pour obtenir l'effet désiré en particulier en ce qui concerne la précipitation de carbures durcissants. Le molybdène peut être remplacé, en tout ou partie, par un poids double de tungstène. Néanmoins cette substitution n'est pas recherchée en pratique car elle n'offre pas d'avantage par rapport au molybdène et est plus coûteuse.
5
- Eventuellement de 0% à 1,5% de cuivre. Cet élément peut apporter un durcissement supplémentaire sans détériorer la soudabilité. Au-delà de 1,5%, il n'a plus d'effet significatif, il engendre des difficultés de laminage à chaud et coûte inutilement cher.
10
- De 0% à 0,02% de bore. Cet élément peut être ajouté de façon optionnelle afin d'augmenter la trempabilité. Pour que cet effet soit obtenu, la teneur en bore doit, de préférence, être supérieure à 0,0005% ou mieux 0,001%, et n'a pas besoin de dépasser sensiblement 0,01%.
15
- Jusqu'à 0,15% de soufre. Cet élément est un résiduel en général limité à 0,005% ou moins, mais sa teneur peut être volontairement augmentée pour améliorer l'usinabilité. A noter qu'en présence de soufre, pour éviter des difficultés de transformation à chaud, la teneur en manganèse doit être supérieure à 7 fois la teneur en soufre.
20
- Eventuellement au moins un élément pris parmi le niobium, le tantal et le vanadium, en des teneurs telles que Nb/2+Ta/4+V reste inférieure à 0,5% afin de former des carbures relativement gros qui améliorent la tenue à l'abrasion. Mais les carbures formés par ces éléments sont moins efficaces que ceux qui sont formés par le titane ou le zirconium, c'est pour cela qu'ils sont optionnels et ajoutés en quantité limitée.
25
- Eventuellement un ou plusieurs éléments pris parmi le sélénium, le tellure, le calcium, le bismuth et le plomb en des teneurs inférieures à 0,1% chacun. Ces éléments sont destinés à améliorer l'usinabilité. A noter que, lorsque l'acier contient du Se et/ou du Te, la teneur en manganèse doit être suffisante compte
30

tenu de la teneur en soufre pour qu'il puisse se former des séléniures ou des tellurures de manganèse.

- Le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration. Parmi les impuretés, il y a en particulier l'azote dont la teneur dépend du procédé d'élaboration mais ne dépasse en général pas 0,03%. Cet élément peut réagir avec le titane ou le zirconium pour former des nitrures qui ne doivent pas être trop gros pour ne pas détériorer la ténacité. Afin d'éviter la formation de gros nitrures, le titane et le zirconium peuvent être ajoutés dans l'acier liquide de façon très progressive, par exemple en mettant au contact de l'acier liquide oxydé une phase oxydée telle qu'un laitier chargé en oxydes de titane ou de zirconium, puis en désoxydant l'acier liquide, de façon à faire diffuser lentement le titane ou le zirconium depuis la phase oxydée vers l'acier liquide.

En outre, afin d'obtenir des propriétés satisfaisantes, les teneurs en carbone, titane, zirconium, et azote doivent être telles que :

$$C - Ti/4 - Zr/8 + 7xN/8 \geq 0,095\%$$

L'expression $C - Ti/4 - Zr/8 + 7xN/8 = C^*$ représente la teneur en carbone libre après précipitation des carbures de titane et de zirconium, compte tenu de la formation de nitrures de titane et de zirconium. Cette teneur en carbone libre C^* doit être supérieur à 0,095%, et de préférence $\geq 0,12\%$, pour avoir une martensite ayant une dureté minimale. Plus cette teneur est faible, plus l'aptitude au soudage et à la découpe thermique est bonne.

De plus, la composition chimique doit être choisie de telle sorte que la trempabilité de l'acier soit suffisante, compte tenu de l'épaisseur de la tôle qu'on souhaite fabriquer. Pour cela, la composition chimique doit satisfaire la relation:

$$\text{Tremp} = 1,05xMn + 0,54xNi + 0,50xCr + 0,3x(Mo + W/2)^{1/2} + K > 1,8 \text{ ou mieux } 2$$

avec : $K = 0,5$ si $B > 0,001\%$ et $K = 0$ si $B < 0,001\%$,

En outre, et pour obtenir une bonne tenue à l'abrasion, la structure micrographique de l'acier est constituée de martensite ou de bainite ou d'un mélange de ces deux structures, et de 5% à 20% d'austénite retenue. Cette structure comprenant en outre des gros carbures de titane ou de zirconium formés à haute température, voire des carbures de niobium, de tantale ou de vanadium. Les inventeurs ont constaté que l'efficacité des gros carbures pour l'amélioration de la tenue à l'abrasion pouvait être obérée par le déchaussement prématuré de ceux-ci et que ce déchaussement pouvait être évité par la présence d'austénite métastable qui

se transforme sous l'effet des phénomènes d'abrasion. La transformation de l'austénite métastable se faisant par gonflement, cette transformation dans la sous-couche abrasée augmente la résistance au déchaussement des carbures et, ainsi, améliore la résistance à l'abrasion.

5 D'autre part, la dureté élevée de l'acier et la présence de carbures de titane fragilisant imposent de limiter autant que possible les opérations de planage. De ce point de vue, les inventeurs ont constaté qu'en ralentissant de façon suffisante le refroidissement dans le domaine de transformation bainito-martensitaire, on réduit les déformations résiduelles des produits, ce qui permet de limiter les opérations de
10 planage. Les inventeurs ont constaté qu'en refroidissant la pièce ou la tôle à une vitesse de refroidissement $V_r < 1150 \times e^{-1.7}$, (dans cette formule, e est l'épaisseur de la tôle exprimée en mm, et la vitesse de refroidissement est exprimée en °C/s) en dessous d'une température $T = 800 - 270 \times C^* - 90 \times Mn - 37 \times Ni - 70 \times Cr - 83 \times (Mo + W/2)$, (exprimée en °C), d'une part, on obtenait une proportion significative
15 d'austénite résiduelle, et d'autre part, on réduisait les contraintes résiduelles engendrées par les changements de phase. Cette réduction de contraintes est souhaitable, à la fois pour limiter le recours au planage ou faciliter celui-ci d'une part, et pour limiter les risques de fissuration lors des opérations ultérieures de soudage et de pliage.

20 Pour fabriquer une tôle ayant une bonne résistance à l'abrasion et bien plane, on élabore l'acier, on le coule sous forme de brame ou de lingot. On lamine à chaud la brame ou le lingot pour obtenir une tôle qu'on soumet à un traitement thermique permettant tout à la fois d'obtenir la structure souhaitée et une bonne planéité sans planage ultérieur ou avec un planage limité. Le traitement thermique peut être
25 effectué directement dans la chaude de laminage ou réalisé ultérieurement, et éventuellement après un planage à froid ou à mi-chaud.

Pour réaliser le traitement thermique :

- Soit directement après laminage à chaud, soit après réchauffage au-dessus du point AC_3 , on refroidit la tôle à une vitesse de refroidissement moyenne, supérieure à 0,5°C/s, c'est à dire supérieure à la vitesse critique de transformation bainitique jusqu'à une température égale ou légèrement inférieure à une température $T = 800 - 270 \times C^* - 90 \times Mn - 37 \times Ni - 70 \times Cr - 83 \times (Mo + W/2)$, (exprimée en °C), de façon à éviter la formation de constituants ferritiques ou

perlitiques. Par légèrement inférieure, on entend une température comprise entre T et T - 50°C, ou mieux entre T et T - 25°C, ou mieux encore, entre T et T - 10°C.

- puis, entre la température précédemment définie et 100°C environ, on refroidit la tôle à une vitesse de refroidissement moyenne à cœur V_f comprise entre 0,1°C/s,
- 5 pour obtenir une dureté suffisante, et 1150xep^{-1,7}, pour obtenir la structure souhaitée,
- et on refroidit la tôle jusqu'à la température ambiante, de préférence, sans que ce soit obligatoire, à une vitesse lente.

En outre, on peut effectuer un traitement de détente, tel qu'un revenu, à une 10 température inférieure ou égale à 350°C, et de préférence, inférieure à 250°C.

On obtient ainsi une tôle, dont l'épaisseur peut être comprise entre 2 mm et 150 mm, ayant une excellente planéité caractérisée par une flèche inférieure à 12 mm par mètre sans planage, où avec un planage modéré. La tôle a une dureté comprise entre 280HB et 450HB, environ. Cette dureté dépend principalement de la teneur en 15 carbone libre C* = C - Ti/4 - Zr/8 + 7xN/8.

A titre d'exemple, on a réalisé des tôles en acier repérées A à C selon l'invention et D à E selon l'art antérieur. Les compositions chimiques des aciers, exprimés en 10⁻³ % en poids, ainsi que la dureté et un indice de résistance à l'usure Rus, sont reportées au tableau 1.

20 La résistance à l'usure est mesurée par la perte de poids d'une éprouvette prismatique mise en rotation dans un bac contenant des granulats calibrés de quartzite pendant 5 heures.

L'indice Rus d'un acier est égal à 100 fois le rapport de la résistance à l'usure de l'acier considéré et de la résistance à l'usure d'un acier de référence (l'acier D). Ainsi, 25 un acier dont l'indice Rus = 110 a une résistance à l'usure de 10% supérieure à celle de l'acier de référence.

Toutes les tôles ont une épaisseur de 27 mm, et sont trempées après austénitisation à 900°C.

Après austénitisation :

- 30 - pour les tôles en acier A et C, la vitesse moyenne de refroidissement est de 7°C/s au dessus de la température T définie plus haut, et de 1,6°C/s en dessous, conformément à l'invention;

- pour la tôle B, la vitesse moyenne de refroidissement est de 0,8°C/s au dessus de la température T définie plus haut, et de 0,15°C/s en dessous, conformément à l'invention;
 - les tôles en acier D et E, données à titre de comparaison, ont été refroidies à une vitesse moyenne de 24°C/s au dessus de la température T définie plus haut, et à une vitesse moyenne de 12°C/s en dessous.
- 5

10

Tableau 1

| | C | Si | Al | Mn | Ni | Cr | Mo | W | Ti | B | N | C* | HB | Rus |
|---|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|---|---|-----|-----|-----|
| A | 245 | 820 | 40 | 1620 | 220 | 150 | 280 | - | 405 | 3 | 6 | 149 | 380 | 121 |
| B | 275 | 650 | 50 | 1210 | 210 | 1100 | 250 | - | 600 | 2 | 5 | 129 | 305 | 111 |
| C | 245 | 480 | 30 | 1340 | 300 | 710 | 100 | 200 | 360 | 2 | 5 | 159 | 385 | 114 |
| D | 290 | 810 | 60 | 1290 | 495 | 726 | 330 | - | - | 2 | 6 | 290 | 520 | 100 |
| E | 295 | 260 | 300 | 1330 | 300 | 710 | 340 | - | 100 | 2 | 5 | 274 | 525 | 103 |

Les tôles selon l'invention ont une structure martensito-bainitique auto-revenue contenant de 5% à 20% d'austénite retenue et des gros carbures de titane, alors que les tôles données à titre de comparaison ont une structure entièrement martensitique.

15 La comparaison des résistances à l'usure et des duretés montre que, bien qu'étant très sensiblement moins dures que les tôles données à titre de comparaison, les tôles selon l'invention ont une résistance à l'usure légèrement meilleure. La comparaison des carbones libres montre que la bonne tenue à l'usure 20 des tôles selon l'invention est obtenue avec des carbones libres très sensiblement plus faibles, ce qui conduit à des aptitudes au soudage ou au découpage thermique nettement meilleures que pour les tôles selon l'art antérieur. Par ailleurs, la déformation après refroidissement, sans planage, pour les aciers selon l'invention A à C est d'environ 5 mm/m et de 16 mm/m pour les aciers D et E donnés à titre de 25 comparaison. Ces résultats montrent la réduction de déformation des produits obtenus grâce à l'invention.

Il en résulte en pratique, en fonction du degré d'exigence en planéité des utilisateurs,

- soit la possibilité de livrer les produits sans planage, ce qui engendre un gain sur le coût et une réduction des contraintes résiduelles,
- 5 - soit l'exécution d'un planage pour satisfaire une exigence de planéité plus sévère (par exemple 5mm/m) mais réalisée plus facilement et en introduisant moins de contraintes du fait de la déformation originelle moindre sur les produits selon l'invention.

REVENDICATIONS

1 – Procédé pour fabriquer une pièce ou une tôle en acier résistant à l'abrasion dont la composition chimique comprend, en poids :

$$\begin{aligned}
 5 & \quad 0,24\% \leq C < 0,35\% \\
 & \quad 0\% \leq Si \leq 2\% \\
 & \quad 0\% \leq Al \leq 2\% \\
 & \quad 0,5\% \leq Si + Al \leq 2\% \\
 & \quad 0\% \leq Mn \leq 2,5\% \\
 10 & \quad 0\% \leq Ni \leq 5\% \\
 & \quad 0\% \leq Cr \leq 5\% \\
 & \quad 0\% \leq Mo \leq 1\% \\
 & \quad 0\% \leq W \leq 2\% \\
 & \quad 0,1\% \leq Mo + W/2 \leq 1\% \\
 15 & \quad 0\% \leq B \leq 0,02\% \\
 & \quad 0\% \leq Ti \leq 1,1\% \\
 & \quad 0\% \leq Zr \leq 2,2\% \\
 & \quad 0,35\% < Ti + Zr/2 \leq 1,1\% \\
 & \quad 0\% \leq S \leq 0,15\% \\
 20 & \quad N < 0,03\%
 \end{aligned}$$

- éventuellement de 0% à 1,5% de cuivre,
- éventuellement au moins un élément pris parmi Nb, Ta et V en des teneurs telles que $Nb/2 + Ta/4 + V \leq 0,5\%$,
- éventuellement au moins un élément pris parmi Se, Te, Ca, Bi, Pb en des teneurs inférieures ou égales à 0,1%,

25 le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration, la composition chimique satisfaisant en outre les relations suivantes :

$$C^* = C - Ti/4 - Zr/8 + 7xN/8 \geq 0,095\%$$

et :

$$30 \quad 1,05xMn + 0,54xNi + 0,50xCr + 0,3x(Mo + W/2)^{1/2} + K > 1,8$$

avec $K = 0,5$ si $B \geq 0,0005\%$ et $K = 0$ si $B < 0,0005\%$,

selon lequel on soumet la tôle à un traitement thermique de trempe, effectué dans la chaude de mise en forme à chaud et par exemple de laminage ou après austénitisation par réchauffage dans un four, pour réaliser la trempe :

- on refroidit la pièce ou la tôle à une vitesse de refroidissement moyenne supérieure à $0,5^{\circ}\text{C}/\text{s}$ entre une température supérieure à AC_3 et une température comprise entre $T = 800 - 270x\text{C}^* - 90x\text{Mn} - 37x\text{Ni} - 70\text{XCr} - 83x(\text{Mo} + \text{W}/2)$, et $T-50^{\circ}\text{C}$ environ,
- 5 - puis on refroidit la pièce ou la tôle à une vitesse de refroidissement moyenne à cœur $V_r < 1150x\text{ep}^{-1,7}$ et supérieure à $0,1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ entre la température T et 100°C , ep étant l'épaisseur de la tôle exprimée en mm,
- on refroidit la pièce ou la tôle jusqu'à la température ambiante et on effectue, éventuellement, un planage.

10

2 – Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que :

$$1,05x\text{Mn} + 0,54x\text{Ni} + 0,50x\text{Cr} + 0,3x(\text{Mo} + \text{W}/2)^{1/2} + K > 2$$

3 – Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce
15 que :

$$\text{Ti} + \text{Zr}/2 \geq 0,4\%$$

4 - Procédé l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que :

$$C^* \geq 0,12\%$$

20

5 - Procédé l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que :

$$\text{Si} + \text{Al} \geq 0,7\%$$

6 – Procédé l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que, en
25 outre, on effectue un revenu à une température inférieure ou égale à 350°C .

30

7 – Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que pour ajouter le titane dans l'acier, on met l'acier liquide au contact d'un laitier contenant du titane et on fait diffuser lentement le titane du laitier dans l'acier liquide.

8 – Pièce, et notamment tôle, en acier résistant à l'abrasion dont la composition chimique comprend, en poids :

$$0,24\% \leq C < 0,35\%$$

$$0\% \leq \text{Si} \leq 2\%$$

5

$$0\% \leq Al \leq 2\%$$

$$0,5\% \leq Si + Al \leq 2\%$$

$$0\% \leq Mn \leq 2,5\%$$

$$0\% \leq Ni \leq 5\%$$

$$0\% \leq Cr \leq 5\%$$

$$0\% \leq Mo \leq 1\%$$

$$0\% \leq W \leq 2\%$$

$$0,1\% \leq Mo + W/2 \leq 1\%$$

$$0\% \leq B \leq 0,02\%$$

10

$$0\% \leq Ti \leq 1,1\%$$

$$0\% \leq Zr \leq 2,2\%$$

$$0,35\% \leq Ti + Zr/2 \leq 1,1\%$$

$$0\% \leq S \leq 0,15\%$$

$$N < 0,03\%$$

- 15 - éventuellement de 0% à 1,5% de cuivre,
 - éventuellement au moins un élément pris parmi Nb, Ta et V en des teneurs telles que $Nb/2 + Ta/4 + V \leq 0,5\%$,
 - éventuellement au moins un élément pris parmi Se, Te, Ca, Bi, Pb en des teneurs inférieures ou égales à 0,1%,
- 20 le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration, la composition chimique satisfaisant en outre les relations suivantes :

$$C - Ti/4 - Zr/8 + 7xN/8 \geq 0,095\%$$

et :

$$1,05xMn + 0,54xNi + 0,50xCr + 0,3x(Mo + W/2)^{1/2} + K > 1,8$$

- 25 avec : $K = 0,5$ si $B \geq 0,0005\%$ et $K = 0$ si $B < 0,0005\%$,
 l'acier ayant une structure martensitique ou martensito-bainitique, la dite structure contenant de 5% à 20% d'austénite retenue et des carbures.

9 – Pièce selon la revendication 8, caractérisée en ce que :

30 $1,05xMn + 0,54xNi + 0,50xCr + 0,3x(Mo + W/2)^{1/2} + K > 2$

10 - Pièce selon la revendication 8 ou la revendication 9, caractérisé en ce que :

$$Ti + Zr/2 \geq 0,4\%$$

11 - Pièce l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que :

$$C^* \geq 0,12\%$$

5 12 - Pièce l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que :

$$Si + Al \geq 0,7\%$$

13 – Pièce selon l'une quelconque de revendications 8 à 12, caractérisé en ce qu'elle est une tôle d'épaisseur comprise entre 2 mm et 150 mm.

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

certificat
N° 11 235°02

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.../1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W /260399

| | |
|---|-------------|
| Vos références pour ce dossier (facultatif) | CLI 99/01 B |
| N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL | 02 114 26 |
| TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCÈDE POUR FABRIQUER UNE TOLE EN ACIER RESISTANT A L'ABRASION ET TOLE OBTENUE | |
| LE(S) DEMANDEUR(S) : USINOR S. A. Immeuble "La Pacific" La Défense 7 11/13 Cours Valmy F - 92800 PUTEAUX (FRANCE) | |
| DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» Si il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages). | |
| Nom BEGUINOT Prénoms Jean Adresse Rue 12 rue des Pyrénées Code postal et ville 71200 LE CREUSOT (FRANCE) | |
| Société d'appartenance (facultatif) | |
| Nom BRISSON Prénoms Jean-Georges Adresse Rue 45 bis rue Lamartine Code postal et ville 71200 LE CREUSOT (FRANCE) | |
| Société d'appartenance (facultatif) | |
| Nom Prénoms Adresse Rue Code postal et ville | |
| Société d'appartenance (facultatif) | |
| DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) 13/11/2002 Sophie PLAISANT | |